

# Statistical characteristics of turbulence and the budget of turbulent energy in the surface boundary layer

著者	Kai Kenji
内容記述	Thesis--University of Tsukuba, D.Sc.(A), no. 109, 1981. 3. 25
発行年	1981
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2241/6802">http://hdl.handle.net/2241/6802</a>

氏 名 (本 籍) 甲 斐 憲 次 (島根県)

学 位 の 種 類 理 学 博 士

学 位 記 番 号 博 甲 第 109 号

学 位 授 与 年 月 日 昭和56年 3 月 25 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第 5 条第 1 項該当

審 査 研 究 科 地球科学研究科 地理学・水文学専攻

学 位 論 文 題 目 Statistical Characteristics of Turbulence and the Budget of Turbulent Energy in the Surface Boundary Layer (接地層における乱流の統計的性質と乱流エネルギー収支)

主 査 筑波大学教授 理学博士 吉 野 正 敏

副 査 筑波大学教授 理学博士 河 村 武

副 査 筑波大学教授 理学博士 西 沢 利 栄

副 査 筑波大学助教授 理学博士 古 藤 田 一 雄

副 査 筑波大学助教授 理学博士 花 房 龍 男

## 論 文 の 要 旨

接地層における乱流構造を定量的に把握することを目的として、大気安定度の各領域（安定・中立・不安定）を含める乱流エネルギー収支モデルを作成することがこの研究の目的である。筑波大学水理実験センターの気象観測塔の4高度に設置した超音波風速温度計による3次元の風速変動および温度変動の測定結果を使用して、乱流統計量を算定した。次いで、乱流統計量から乱流エネルギー収支式の各項を評価し、それらの鉛直構造と時間変化を考察した。また、各項と大気安定度との関数関係を実験的に求め、乱流エネルギー収支モデルを導いた。

得られた結果は次の通りである。

- 1) 摩擦速度は平均風速とともに直線的に増加し、風速成分の標準偏差は測定高度・平均風速・大気安定度と密接な関係がある。摩擦速度で無次元化した鉛直成分の乱流強度はモニン・オブホフの相似則に従い、大気安定度の関数として表わすことができる。
- 2) 風速成分のスペクトルは高周波側で $-5/3$ 乗則に従い、コルモゴロフの乱流理論における慣性小領域は測定高度および大気安定度が增加するにつれて、低周波側へ移動する。
- 3) 乱流の代表的なスケールは測定高度および大気安定度と共に増加し、平均風速と共に減少する。水平成分のスケールは、鉛直成分よりも大きい。

- 4) 鉛直成分のスペクトルのピーク周波数は慣性小領域の始まる周波数と対応し、その波長の高さに対する比は 2 ~ 4 の間の値をとる。
- 5) 粘性消散項は平均風速の 3 乗に比例して増加し、高さと共に減少する。中立の場合、粘性消散項と風速シア項は、ほぼ平衡する。
- 6) 乱流エネルギー・フラックスは不安定の場合、正で高さと共に増加し、安定の場合、高さと共にほぼ一定である。乱流輸送項は不安定の場合には浮力項の約 2 倍であるが、安定の場合にはほぼ零となる。
- 7) 残差項は中立の場合、零になり、不安定および安定の場合、増大する。
- 8) 乱流エネルギー収支の鉛直構造と時間変化を調べた結果、大気安定度が不安定の場合、風速シア項と粘性消散項がそれぞれ主要な乱流エネルギーのソースとシンクである。両者は地表面の影響を受け、高さと共にその絶対値を減少する。浮力項もまたエネルギーのソースであるが、その大きさは風速シア項よりも小さい。

## 審 査 の 要 旨

本論文の評価は、以下に述べる乱流エネルギー収支モデルにある。すなわち、大気安定度が中立の場合には、乱流エネルギー収支は風速シア項と粘性消散項のみで説明される。両者はほぼ平衡し、他の収支項は零となる。安定領域では、浮力項は負に転じ、乱れを止めるように働く。エネルギー・ソースとしては、風速シア項のみになる。安定度が増すと、乱流輸送項以外の収支項はその絶対値を増す。不安定領域では、不安定の割合が増すにつれて風速シア項以外の収支項はその絶対値を増大し、浮力項がしだいにエネルギー・ソースとして重要になる。乱流輸送項はエネルギー・シンクとして重要になり、その大きさは浮力項の 2 倍程度である。

従来の研究は、不安定および中立の領域における結果の解明のみで、安定領域についてはほとんど不明であった。本論文は、安定の場合をも明らかにし、さらに上記の通りすべての安定度を統一したモデルを得た点で、学界の多年の要望に応えたものであり、高く評価してよい。

よって、著者は理学博士の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。